

ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ПИТЬЕВЫХ В УСЛОВИЯХ ИЖС

NON-CARCINOGENIC HEALTH RISK ASSESSMENT WHILE USING GROUNDWATER AS DRINKING WATER UNDER CONDITIONS OF PRIVATE HOUSING CONSTRUCTION

**S. Sanzhieva
V. Handueva
N. Shantagarova**

Summary. The article presents the results of groundwater quality's sanitary-chemical indicators studies obtained from premises' individual wells in the city of Ulan-Ude. Exceeds of acceptable values for fluoride ions, nitrite ions, ammonium ions, barium ions, lithium ions were revealed. The values of non-carcinogenic health risk with help of non-threshold method were calculated.

Keywords: groundwater, groundwater resources, decentralized water supply, drinking water quality, health risk.

Санжиева Светлана Егоровна

Д.б.н., профессор, Восточно-Сибирский
государственный университет технологий
и управления (г. Улан-Удэ)
svegorsanzhieva@gmail.com

Хандуева Вера Дабаяевна

К.г.н., доцент, Восточно-Сибирский
государственный университет технологий
и управления (г. Улан-Удэ)
verahandueva@mail.ru

Шантагарова Наталья Валерьевна

Преподаватель, Восточно-Сибирский
государственный университет технологий
и управления (г. Улан-Удэ)
n19n05v81@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований санитарно-химических показателей качества подземных вод, полученных из индивидуальных скважин домовладений г. Улан-Удэ. Выявлены превышения приемлемых значений по фторид-ионам, нитрит-ионам, ионам аммония, ионам-бария, ионам-лития. Рассчитаны величины неканцерогенного риска здоровью беспороговым методом.

Ключевые слова: подземные воды, ресурсы подземных вод, децентрализованное водоснабжение, качество питьевых вод, риск здоровью.

Введение

На территории Республики Бурятия имеющиеся ресурсы пресных подземных вод в целом могут полностью обеспечить водой хорошего качества потребности населения. Ведущую позицию где в использовании подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения занимает г. Улан-Удэ. В настоящее время в городе наблюдается проблема массового индивидуального жилищного строительства, в условиях которого источниками водоснабжения чаще всего являются индивидуальные скважины подземных вод, установленные без учета требований нормативно-технической документации, в том числе по санитарно-химическим показателям. В связи с бесконтрольным использованием подземных вод, интенсивным их потреблением вопрос изучения качества подземных вод и оценки рисков здоровью является весьма актуальным.

Обеспеченность Республики Бурятия прогнозными эксплуатационными ресурсами подземных вод составляет 100%, но эти ресурсы, распределены крайне нерав-

номерно по территории, либо рассеяны на больших площадях, вследствие чего во многих районах возможность обнаружения участков локализации месторождений пресных подземных вод невысока и, как следствие, это усложняет условия централизованного водоснабжения. Степень разведанности прогнозных ресурсов составляет около 1%.

На государственный учет по состоянию на 01.01.2018 г. поставлено 96 месторождений питьевых подземных вод с суммарными запасами 1368,534 тыс. м³/сут. Освоение разведанных запасов находится на уровне 6,2%, не введены в промышленную эксплуатацию 60 месторождений пресных подземных вод, которые отнесены к нераспределённому фонду недр. Обеспеченность разведанными запасами на 1 человека составляет 1,39 м³/сут. [1].

В Бурятии наибольшее значение имеют месторождения речных долин. Их запасы оцениваются в 976,9 тыс. м³/сут, что составляет 72% от общего количества разведанных запасов. В местностях, удаленных от речных долин, обеспеченность населения запасами невысока,

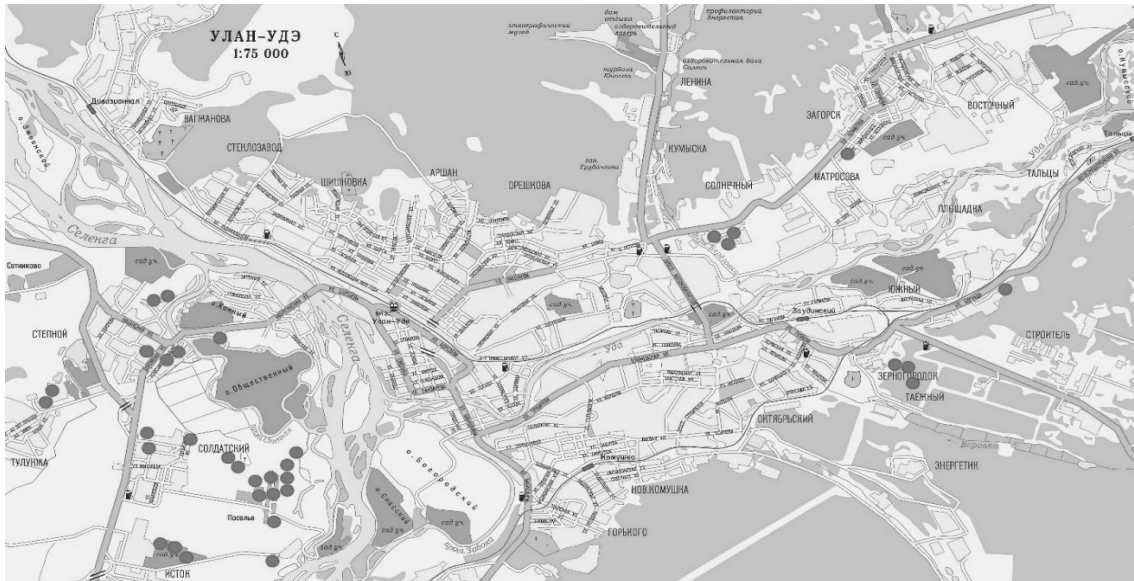


Рис. 1. Карта города Улан-Удэ с точками отбора проб с превышениями ПДК

а в иных населенных пунктах ощущается дефицит качественной питьевой воды (Кяхтинский, Иволгинский, Еравнинский и другие районы).

Геологическая среда во множестве случаев препятствует проникновению загрязняющих веществ с поверхности, что и определяет природную защищенность подземных вод. Однако Улан-Удэ относится к городам, которые эксплуатируют первый от поверхности водоносный горизонт, приуроченный к аллювиальным отложениям долины р. Селенга. Подземные воды имеют простые гидрогеологические условия, их режим тесно связан с поверхностными водами, они недостаточно защищены от загрязнения. Вода не подвергается дополнительной подготовке, исключение составляет период паводков, когда происходит поступление загрязненных поверхностных вод в грунтовые горизонты.

Территория города Улан-Удэ занимает более 37 тыс. га, на которой согласно оценке численности постоянного населения на 1 января 2019 года проживает 435496 человек. Количество проживающих в частном секторе составляет 152424 человек — 35% от всего городского населения. Но численность населения г. Улан-Удэ значительно выше показателей, указанных Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. В данной статистике не указывается население без регистрации жительства в г. Улан-Удэ, большая часть которого проживает в условиях ИЖС [2].

Для г. Улан-Удэ и его пригородной зоны нерегулируемая массовая жилая застройка стала отличительной чер-

той. Город обрастает малоэтажными поселками с деревянными домами, возведенными силами самих жителей. Главными недостатками этих поселков является неорганизованность, нарушение правил градостроения, пожарных, санитарных и экологических норм, отсутствие систем центрального водоснабжения и водоотведения, зон санитарной охраны скважин водозабора. Источниками водоснабжения в условиях ИЖС чаще всего являются частные скважины подземных вод, которые устанавливаются без учета санитарных требований.

Для оценки качества воды используется СанПиН 2.1.4.1175–02, регламентирующий качество воды нецентрализованного водоснабжения и позволяющий сделать выводы о ее пригодности для использования в питьевых и хозяйственно-бытовых целях, а также в нем даны требования к выбору места расположения, оборудованию и содержанию водозаборных сооружений и прилегающей к ним территории [3]. Население, проживающее в условиях ИЖС, к сожалению, не владеет информацией о требованиях настоящих санитарных норм, которые должны выполняться при строительстве и эксплуатации систем водоснабжения.

В ходе изучения санитарно-химических показателей качества подземных вод в условиях ИЖС г. Улан-Удэ нами были произведены отборы проб воды с многократным повторением из разных точек индивидуальных жилых застроек с нецентрализованным водоснабжением, а также по некоторым точкам пробы воды взяты до и после фильтрования. Отборы проводились согласно требованиям нормативно-технической документации [3]. Исследования проведены в центре коллективного

Таблица 1. Значения неканцерогенного риска здоровью

№ пробы	ПДК	Сi в пробе, мг/л	Превышение ПДК, раз	Значения риска
При воздействии фторид-ионов				
п.Зеленхоз, Третьякова, 17	не более 1,5 мг/л	2,47	1,6	0,028302
п.Тулунжа, Песочная, 6		6,71	4,47	0,07503
При воздействии фосфат-ионов				
п. Тулунжа, Песочная, 6	не более 3,5 мг/л	4,37	1,25	0,021534
При воздействии ионов бария				
ДНТ Сокол, 167	не более 0,1 мг/л	2,65	26,5	0,370001
ДНТ Сокол, 358		3,98	39,8	0,500389
ДНТ Сокол, 169		2,58	25,8	0,362265
Звездная, 26		0,479	4,8	0,080123
Звездная, 192		0,663	6,6	0,109165
п. Тулунжа, Крылатая, 16		5,07	50,7	0,586861
При воздействии ионов лития				
п. Верхняя Березовка, без фильтра	не более 0,03 мг/л	0,0609	2,03	0,034775
п. Верхняя Березовка, с фильтром		0,0542	1,8	0,031009
п. Поселье, Флотская, 52а		4,58	152,6	0,930177
При воздействии нитрат-ионов				
п. Таежный, Жемчужная, 5	не более 45 мг/л	47,1	1,05	0,018083
п.Зеленхоз, Третьякова, 17		51,6	1,14	0,019794
п.Зеленхоз, Арбузова, 2а		55,2	1,22	0,02116
п.Бурвод, Баргузинская, 40		54,2	1,2	0,020781
ДНТ «Туя», Янтарная, 5		48,2	1,07	0,018502
Строительная, 50		52	1,15	0,019946
Пер.Строителей, 25		95,2	2,11	0,036213
Просторная, 11		58,8	1,3	0,022525
п. Солдатский, Михалева, 8		118	2,6	0,04469
При воздействии нитрит-ионов				
п. Южлаг, Кичерская	не более 3,3 мг/л	13,1	4	0,066872
п.Таежный, Жемчужная, 14		8,55	2,6	0,044168
п.Таежный, Агатова, 9		11,3	3,4	0,057956
При воздействии ионов аммония				
п. Загорск, Радужная, 3	не более 0,5 мг/л	0,821	1,6	0,028223
п. Бурвод, пер.Баргузинский, 63		1,57	3,14	0,053275
п. Бурвод, Баргузинская, 40		1,68	3,36	0,0569
Республиканская,7		0,981	2	0,03363
Республиканская,9		1,03	2,06	0,035279
ДНТ Сокол, 358		1,33	2,6	0,045319
ДНТ Сокол, 169		0,820	1,6	0,028189
п. Поселье, Строительная, 24		0,741	1,5	0,025508
п. Поселье, пер.Строительный, 15		1,41	2,8	0,047978
п. Поселье, Уланская, 10		0,544	1,08	0,018791
п. Поселье, Флотская, 57		0,983	2	0,033697
п. Поселье, Флотская, 45		0,547	1,09	0,018893
п. Поселье, Флотская, 52а		1,54	3,08	0,052284
п. Поселье, Радужная, 26		1,08	2,16	0,03696
ДНТ «Туя», Топазная, 13		0,805	1,61	0,027681
ДНТ «Туя», Изумрудная, 31		0,726	1,45	0,024998
п. 5-й км, Степная Протока, 40		1,19	2,4	0,040647
СНТ «Аргада», Районная		0,868	1,7	0,029814

пользования «Прогресс» ВСГУТУ методом капиллярного электрофореза на приборе Капель-105 М. Химический анализ подземных вод проводили на содержание хлорид-, сульфат-, нитрат-, нитрит-, фторид-, фосфат-ионов, ионов аммония и отдельных химических элементов (К, Na, Li, Mg, Ca, Sr, Ba) [4].

Превышения ПДК обнаружены в 40% проб, из них: нитрат-ионов в 10%, нитрит-ионов в 2,7%, фторид-ионов в 1,8%, фосфат-ионов в 0,9%, ионов аммония в 20%, бария в 5,4%, лития в 2,7%. При этом превышения по двум веществам одновременно обнаружены в 5,4% проб. По остальным веществам наблюдается соответствие с ПДК. Места отбора проб с превышениями ПДК показаны на рисунке 1, при этом большая их часть находится в Левобережной части города, находящейся в пойме р. Селенга и подверженной прямому затоплению паводковыми водами, подъему уровня грунтовых вод.

Другой проблемой является организация выгребных ям, которые также зачастую устраиваются без соблюдения санитарных требований. При этом на одном участке в непосредственной близости они соседствуют со скважинами, сточные воды дренируют в грунты без очистки, и в конечном итоге существует опасность их проникновения в подземные воды [5]. В процессе исследования был проведен опрос жителей и получены данные по глубине скважин и расстоянию от них до выгребных ям. В точках отбора проб воды, по которым наблюдаются превышения ПДК, в 40% средняя глубина скважины составляет около 8 метров, и все эти скважины находятся в левобережной части р. Селенги.

Согласно результатам опроса, у 50% выгребных ям не бетонированное дно, таким образом, домовладельцы экономят на вывозе жидких коммунальных отходов. Сточные воды дренируют через грунт, происходит их смешивание с подземными водами, в результате этого возникает высокий риск здоровью населения разных возрастных категорий. Кроме того, в силу ограниченности территории участка под ИЖС, скважина и выгребная яма находятся в непосредственной близости, местами расстояние между ними составляет 5 метров, что также способствует возникновению рисков здоровью населения.

Многочисленными наблюдениями и исследованиями давно установлена роль питьевой воды в распространении инфекционных кишечных (холера, брюшной тиф, дизентерия), кишечных вирусных (инфекционный гепатит, аденовирусные заболевания, полиомиелит) и других заболеваний. Большое влияние на организм человека оказывает также химический состав воды — солевой и микроэлементный. Некоторые компоненты даже в малых количествах ухудшают вкус и запах воды,

а в больших могут оказывать вредное действие на здоровье человека.

Нами была проведена оценка неканцерогенного риска для здоровья населения в результате потребления подземных вод в качестве питьевых. Результаты расчетов представлены в таблице 1. Оценка проводилась согласно методике, изложенной в методических рекомендациях [6].

Выбор приемлемой величины неканцерогенного риска обосновывается критериями беспороговых моделей, они позволяют в данном случае подвести единую основу такой оценки. По различным оценкам приемлемая величина риска составляет 0,02–0,05 [6]. Нами была использована величина 0,05, так как при расчетах не были учтены другие факторы.

Как видно из данных таблицы 1 неканцерогенный риск, рассчитанный беспороговым методом, превышает приемлемые значения по фторид-ионам, нитрит-ионам, ионам аммония, ионам бария, ионам лития. Значения неканцерогенного риска по фосфат- и нитрат-ионам не превышают приемлемые, несмотря на превышение ПДК по данным показателям.

Полученные величины риска показывают вероятность развития патологий при заданных уровнях дозовых нагрузок.

Избыток фтора приводит к росту числа зубных заболеваний, в частности к флюорозу (заболевание, характеризующееся появлением темных пятен на зубах), от которого чаще всего страдают дети. Также высокий уровень потребления фтора приводит к деформации костей скелета и изменению процессов обмена веществ. Содержание фтора в питьевой воде должно быть в пределах 0,7–1,5 мг/л. Повышенное содержание фтора связано с природными особенностями рассматриваемой территории как части фтороносной провинции.

Барий способен привести к мышечной слабости и болям в брюшной области, увеличению артериального давления и изменениям в сердечно-сосудистой системе.

Превышение концентрации лития несет существенный риск развития болезней кожи — дерматит (аллергический, контактный дерматит, атопический дерматит), витилиго (разрушение кожного пигмента меланина), угревая болезнь (угри, акне) и выпадение волос (алопеция).

Источники загрязнения подземных вод ионами бария и лития нами не установлены.

Превышение концентрации нитритов становится причиной отравления, нитратной метгемоглобинемии, нарушения работы желудочно-кишечного тракта, выделительной и эндокринной системы, разрушения зубной эмали и появления кариеса. Содержание нитритов является важным санитарным показателем, т.к. нитриты по своему воздействию на организм значительно опаснее нитратов.

Ионы аммония являются эффективным индикатором загрязнения для подземных вод. Постоянный прием внутрь воды с повышенным содержанием аммония вызывает хронический ацидоз и изменения в тканях.

В природных и сточных водах азот выступает в четырех основных формах: в виде ионов аммония NH_4^+ , нитрит-ионов NO_2^- , нитрат-ионов NO_3^- и в составе органических соединений. При этом, повышение концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывает на свежее загрязнение, в то время как увеличение содержания нитратов — на загрязнение в предшествующее время [7]. Превышение ПДК по ионам аммония, нитрит- и нитрат-ионов может свидетельствовать о попадании органических удобрений или фекальных стоков в подземные

воды в условиях ИЖС в связи с несоблюдением санитарных норм по организации скважин водозабора и выгребных ям.

ВЫВОДЫ

Неподготовленность территорий к застройке, отсутствие коммунальной инфраструктуры привели к нерегулируемой эксплуатации подземных вод в условиях ИЖС г. Улан-Удэ и достаточно высокому уровню их загрязнения. Качество подземных вод не удовлетворяет гигиеническим нормам, предъявляемым к водам при использовании их в качестве питьевых. Загрязнение грунтовых вод в частном секторе Улан-Удэ превращает индивидуальные скважины в потенциальные источники опасности. Неканцерогенный риск по исследуемым точкам превышает приемлемые значения по фторид-ионам, нитрит-ионам, ионам аммония, ионам бария, ионам лития.

Выход из сложившейся ситуации состоит в выработке новой политики использования подземных вод физическими лицами, усилении надзорной функции за их добычей, в переводе ИЖС на централизованное водоснабжение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году»
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по республике Бурятия.
3. СанПиН 2.1.4.1175–02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»
4. ГН 2.1.5.1315–03 и ГН 2.1.5.2280–07 «Предельно- допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
5. Санжиева С.Е., Шантагарова Н. В., Хандуева В. Д., Альберг Н. И. «Оценка качества подземных вод в условиях ИЖС г. Улан-Удэ». Сборник статей: Эволюция и современное состояние ландшафтов и биоты внутренней Азии. — Улан-Удэ. Октябрь 2016. — С. 210–2016.
6. Методические рекомендации МР 2.1.4.0032–11.
7. Веницианов Е.В. и др. Экологический мониторинг: шаг за шагом — М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. — 252 с.

© Санжиева Светлана Егоровна (svegorsanzhieva@gmail.com),

Хандуева Вера Дабаевна (verahandueva@mail.ru), Шантагарова Наталья Валерьевна (n19n05v81@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»